

## Leichtbauventil

Die Erfindung betrifft ein Leichtbauventil, insbesondere für Brennkraftmaschinen, gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zur Herstellung des Leichtbauventils, gemäß Anspruch 17.

Leichtbauventile der hier angesprochenen Art sind bekannt (DE 198 04 053 A1). Sie werden unter anderem als Ein- und Auslassventile für Verbrennungsmotoren eingesetzt und umfassen einen Ventilschaft, an den sich ein trichter-/trompetenförmiger Ventilkegel anschließt. Der Ventilkegel ist zum Zwecke der Gewichtsreduzierung hohl und weist eine nur geringe Wandstärke auf. Der Ventilkegel ist an seinem durchmessergrößeren Ende mittels eines Ventiltellers verschlossen. Weiterhin weist der Ventilschaft an seinem dem Ventilteller zugewandten Ende einen Hohlraum auf, wodurch das Gewicht des Leichtbauventils weiter reduziert wird.

Da der Ventilteller auf Grund des Hohlraums im Ventilkegel auf einer großen Fläche nicht abgestützt ist und der Ventilkegel zudem nur eine geringe Wandstärke aufweist, kann der Ventilteller im Betrieb durch den Verbrennungsdruck im Brennraum des Verbrennungsmotors deformiert werden, was zu einem vorzeitigen Verschleiß des Leichtbauventils beiträgt. Darüber hinaus kann es zu einer Deformation des dünnwandigen Ventil-

kegels kommen. Um dies zu verhindern, ist in der DE 198 04 053 A1 vorgeschlagen, den Ventilschaft so lang auszuführen, dass er stirnseitig an der dem Brennraum abgewandten Flachseite des Ventiltellers anliegt, wodurch dieser abgestützt ist. Dabei können der hohle oder aus Vollmaterial bestehende Ventilschaft und der Ventilteller in ihrem Anlagebereich miteinander verschweißt sein. Alternativ ist vorgeschlagen, den Ventilschaft und den Ventilteller einstückig, das heißt als ein Teil zu fertigen. Bei anderen Alternativen erfolgt die Abstützung des Ventiltellers gegen den Ventilschaft mittels eines einstückig am Ventilkegel ausgebildeten Zwischenstücks oder einer separaten, zwischen Ventilschaft und Ventilteller fixierten Hülse. Nachteilig bei den bekannten Leichtbauventilen ist, dass deren Einzelteile auf Grund ihrer durch die jeweilige Konstruktion vorgegebenen Geometrie teilweise nur aufwendig herstellbar sind und dass ein präzises Ausrichten der Einzelteile gegeneinander vor dem Fügeprozess nur mit hohem Aufwand realisierbar ist.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Alternative zu dem Leichtbauventil der eingangs genannten Art zu schaffen. Ein weiteres Ziel der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur Herstellung des Leichtbauventils anzugeben.

Zur Lösung der Aufgabe wird ein Leichtbauventil mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgeschlagen. Dieses zeichnet sich durch mindestens ein am Ventilteller vorgesehenes Kraftübertragungselement aus, das durch den hohen Ventilkegel in den Schafthohlraum eingreift. Auf Grund des am Ventilteller angeformten beziehungsweise ausgebildeten oder daran befestigten Kraftübertragungselementes kann eine optimale Einleitung der im Betrieb des Leichtbauvents auf den Ventilteller wirkenden Gaskräfte in den Ventilschaft gewährleistet werden, ohne dass es dabei zu unzulässig hohen Verformungen des Ventiltel-

lers und des Ventilkegels kommt. Auf Grund der erfindungsge-mäßen Ausgestaltung des Leichtbauventils kann sichergestellt werden, dass der Ventilkegel im Betrieb des Leichtbauventils annähernd kraftfrei ist, das heißt, dass wenn überhaupt nur sehr geringe Kräfte über den Ventilteller in den Ventilkegel eingeleitet werden. Der Ventilkegel kann daher sehr dünnwan-dig ausgebildet sein, was vorteilhaft bei der Herstellung desselben ist und darüber hinaus zur Verringerung des Ge-wichts des Leichtbauventils beiträgt.

Bei einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass der Ventilteller mit dem daran vorgesehenen Kraftüber-tragungselement aus der intermetallischen Phase Titanaluminid (TiAl) oder einer TiAl-Legierung durch Gießen hergestellt ist. Dieser Ventilteller weist ein nur geringes Gewicht auf und ist zudem extrem verschleißfest. Nach einer anderen Aus-führungsvariante ist vorgesehen, dass der Ventilteller und das Kraftübertragungselement aus Stahl, insbesondere Werk-zeugstahl bestehen und durch Schmieden hergestellt sind. Nach einer dritten Ausführungsvariante werden der Ventilteller und das mindestens eine, einstückig mit dem Ventilteller ausge-bildete Kraftübertragungselement mittels eines Pulvermetal-lurgie-Herstellungsverfahren gefertigt, insbesondere aus ei-nem Werkzeugstahl, welcher extrem verschleißfest ist. Allen vorstehend genannten Ausführungsvarianten ist gemeinsam, dass das Kraftübertragungselement einstückig mit dem Ventilteller ausgebildet und daher kostengünstig herstellbar ist.

Bezüglich der für den Ventilschaft und den Ventilteller mit daran vorgesehenem Kraftübertragungselement verwendbaren Ma-terialien wird auch auf die DE 100 29 299 C2 verwiesen, deren Inhalt bezüglich der eingesetzten Materialien Gegenstand die-ser Beschreibung ist.

Es wird auch ein Ausführungsbeispiel des Leichtbauventils bevorzugt, bei dem das Kraftübertragungselement die dem Ventilegel zugewandte Flachseite des Ventiltellers domartig überagt. Dabei ist das Kraftübertragungselement in einfacher Ausführungsform als Zapfen ausgebildet, der über seine Länge einen konstanten Querschnitt aufweisen kann und vorzugsweise in der Mitte des Ventiltellers angeordnet ist. Diese Ausführungsvariante des Kraftübertragungselements ist in einfacher und kostengünstiger Weise sowohl durch Gießen als auch durch Umformen oder Sintern herstellbar.

Weitere vorteilhafte Ausführungsbeispiele des Leichtbauventils ergeben sich aus Kombinationen der in der Beschreibung und in den Unteransprüchen genannten Merkmale.

Der Gegenstand der Erfindung betrifft auch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 17 zur Herstellung eines Leichtbauventils. Das Verfahren sieht vor, dass in einem ersten Schritt ein erstes, den Ventilteller und das Kraftübertragungselement bildendes, einstückiges Bauteil durch Ur- und/oder Umformen hergestellt wird. In einem zweiten Schritt wird ein zweites, den Ventilschaft und den Ventilegel bildendes, einstückiges Bauteil hergestellt. Nach einer ersten Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass der Ventilegel am Ventilschaft durch auftulpen, das heißt durch aufweiten des hohlen Schaftendes hergestellt ist. Nach einer zweiten Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass der Ventilegel und der Ventilschaft separate Bauteile sind, die durch Stoff-, Kraft- und/oder Formschluss zum zweiten Bauteil miteinander verbunden werden. In einem dritten Schritt werden schließlich die ersten und zweiten Bauteile durch einführen des Kraftübertragungselementes in den Ventilschaft zusammengefügt und nachfolgend mittels Stoff-, Kraft- und/oder Formschluss fest miteinander verbunden.

Bei der Ausführungsvariante des Leichtbauventils, bei der das Kraftübertragungselement gleichzeitig auch als Mittel zur Ausrichtung des Ventiltellers relativ gegenüber dem Ventilkegel ausgebildet ist, ist das Zusammenfügen der einzelnen Bauteile des Leichtbauventils besonders einfach.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen des Verfahrens ergeben sich aus Kombinationen der in der Beschreibung und in den Unteransprüchen genannten Merkmale.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 bis 3 jeweils einen Ausschnitt eines Ausführungsbeispiels eines Leichtbauventils für Verbrennungsmotoren in perspektivischer und aufgebrochener Darstellung.

Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines mehrteilig ausgebildeten Leichtbauventils 1 für Verbrennungsmotoren. Dieses kann als thermisch weniger belastetes Einlassventil oder als thermisch höher belastetes Auslassventil eingesetzt werden, wobei das Material der einzelnen Teile in Abhängigkeit der Verwendung des Leichtbauventils 1 entsprechend gewählt wird.

Das in Figur 1 dargestellte Leichbauventil 1 umfasst einen Ventilschaft 3, der mit einem Schafthohlraum 5 versehen ist. Der Schafthohlraum 5 ist bei diesem Ausführungsbeispiel von einer fluchtend zur Längsmittelachse des Ventilschafts 3 verlaufenden Durchgangsöffnung gebildet. Der Ventilschaft 3 kann von einem präzisionsgezogenen Rohr aus Stahl, beispielsweise X45, gebildet sein und ist an seinem nicht dargestellten Ende

mittels eines Ventilschaftendstücks/-fußes verschlossen. Der Ventilschaft 3 weist an seinem in Figur 1 dargestellten Ende einen Ventilkegel 7 auf, der durch Durchmesseraufweitung des Ventilschaftendes gebildet ist. Der Ventilschaft 3 und der Ventilkegel 7 sind also einstückig miteinander ausgebildet. Wie aus Figur 1 ersichtlich, ist der Ventilkegel 7 sehr dünnwandig und weist eine geringere Wandstärke als der Ventilschaft 3 auf. Durch die Aufweitung des Ventilschaftendes und die spezielle Form des Ventilkegels ergibt sich ein konischer Übergang vom Schafthohlraum 5 zum Ventilkegel 7 hin.

Das Leichtbauventil 1 weist ferner einen Ventilteller 9 auf, mittels dem der hohle Ventilkegel 7 verschlossen ist. Der Ventilteller 9 ist auf seiner dem Ventilkegel 7 zugewandten Flachseite mit einer von der Ventiltellerumfangsfläche 11 im radialen Abstand angeordneten, umlaufend ausgebildeten Vertiefung 13 versehen, in die der Ventilkegel 7 mit seinem durchmessergrößeren Ende hineinragt. Die Vertiefung 13 ist dabei so ausgebildet, dass der Übergang zwischen dem Ventilteller 9 und dem Ventilkegel 7 in deren Anbindungsreich stufenlos ist.

Die Vertiefung 13 weist in ihrem Randbereich eine umlaufende Randstufe 14 auf, die zur Abstützung beziehungsweise als Anlageschulter für den Ventilkegel 7 dient. Im zusammengebauten Zustand des Leichtbauventils 1 ist die am durchmessergrößeren Ende befindliche Stirnfläche des in die Vertiefung 13 eingreifenden Ventilkegels 7 in Anlagekontakt mit der Randstufe 14. Festzuhalten ist, dass die Vertiefung 13 beziehungsweise die Randstufe 14 einen Zentrier- und Abstü茨sitz für den Ventilkegel 7 bildet.

Der Ventilteller 9 ist scheibenförmig ausgebildet und weist einen ersten, zylindrischen Längsabschnitt 15 mit gleichblei-

bendem Querschnitt und ein sich daran anschließenden, keglichen, das heißt kegelstumpfförmigen zweiten Längsabschnitt 17 auf, wobei der Kegelwinkel des zweiten Längsabschnitts 17 gleich groß wie der Kegelwinkel des Ventilkegels 9 an seinem durchmessergrößeren Ende ist, wodurch der stufenlose Übergang im Anbindungsreich zwischen diesen Teilen realisiert ist. Die Mantelfläche des Längsabschnitts 17 bildet üblicherweise die Dichtfläche des Leichtbauvents 1.

Der Ventilteller 9 weist auf seiner dem Ventilkegel 7 beziehungsweise dem Ventilschaft 3 zugewandten Flachseite ein Kraftübertragungselement 19 auf, das sich in der Mitte des Ventiltellers 9 befindet und bei diesem Ausführungsbeispiel einstückig mit dem Ventilteller 9 ausgebildet ist. Das Kraftübertragungselement 19 weist einen kreisrunden Querschnitt auf, der im Wesentlichen über die gesamte Länge konstant ist. Wie aus der Figur 1 ersichtlich, ist das Kraftübertragungselement 19 so lang ausgebildet, dass es den hohlen Ventilkegel 7 durchgreift und in den Schafthohlraum eingreift. Die Stirnfläche 21 des Kraftübertragungselements 19 verläuft in senkrechter Richtung zur Längsmittelachse des Ventilschafts 3 und bildet hier eine Anschlagfläche 23, die an einem im Schafthohlraum 5 vorgesehenen Axialanschlag 25 zusammenwirkt. Dieser ist von einem umlaufenden Ringbund gebildet, an der das Kraftübertragungselement 19 mit seiner Anschlagfläche 23 anliegt. Der Axialanschlag 25 ist durch einen Durchmesserprung im Schafthohlraum 5 gebildet, das heißt, an einen durchmesserkleineren Längsabschnitt des Schafthohlraums 5 schließt sich ein durchmessergrößerer Längsabschnitt an. Der Axialanschlag 25 kann beispielsweise durch Aufweitung des Schafthohlraums 5, durch spanende Bearbeitung (bohren, fräsen, senken) oder durch entsprechende Ausgestaltung der Urform bei der Herstellung mittels eines Pulvermetallurgieverfahrens gebildet sein.

Die Anordnung des Axialanschlags 25 innerhalb des Schafthohlraums 5 ist so gewählt, dass beim Anschlagen des Kraftübertragungselementes 19 mit seiner Stirnfläche 21 am Axialanschlag 25 der durchmessergrößere Endbereich des Ventilkegels 7 exakt in die Vertiefung 13 im Ventilteller 9 eingreift.

In bevorzugter Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Außendurchmesser des Kraftübertragungselementes 19 gleich groß wie beziehungsweise geringfügig größer als der Durchmesser des Schafthohlraums 5 ist, so dass beim Einsticken des Kraftübertragungselementes 19 in den Schafthohlraum 5 eine Kraftschlussverbindung zwischen diesen Teilen gebildet wird, die zur Vorfixierung des Ventiltellers 9 am Ventilschaft 3 dient. Nach dem Zusammenfügen des Ventiltellers 9 und des Ventilschafts 3 in der vorstehend genannten Weise werden der Ventilschaft 3 und das Kraftübertragungselement 19 sowie der Ventilteller 9 und der Ventilkegel 7 mittels Stoffschluss miteinander verbunden. Der Ventilteller 9 und der Ventilkegel 7 werden an ihrem im Bereich der Vertiefung 13 liegenden Anbindusbereich miteinander verschweißt, beispielsweise mittels Laserstrahl. Bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel eignet sich zum Verbinden des Kraftübertragungselementes 19 und des Ventilschafts 3 besonders das Prüferlöten als Fügetechnik. Selbstverständlich sind auch andere Varianten zur festen, unlösaren Verbindung zwischen Kraftübertragungselement 19 und Ventilschaft 3 sowie Ventilteller 9 und Ventilkegel 7 möglich.

Das in Figur 1 dargestellte Ausführungsbeispiel des Leichtbauventils 1 zeichnet sich durch geringe Wandstärken der einzelnen Teile, insbesondere des Ventilkegels 9, und somit durch ein nur geringes Gewicht aus. Vorteilhaft ist weiterhin, dass sich die Einzelteile in einfacher Weise durch zu-

sammenstecken fügen lassen und dabei mittels des Kraftübertragungselement 19 gleichzeitig eine gegenseitige Ausrichtung von Ventilteller und Ventilschaft sowie Ventilkegel erfolgt. Die im Betrieb des Leichtbauventils 1 auf den Ventilteller 9 wirkenden Gaskräfte werden in vorteilhafter Weise über das mittig angeordnete Kraftübertragungselement 19, das vom am Ventilschaft 3 vorgesehenen Axialanschlag 25 abgestützt wird, in den Ventilschaft 3 eingeleitet. Auf Grund des vorstehend genannten konstruktiven Aufbaus des Leichtbauventils 1 werden die auf den Ventilteller 9 wirkenden Gaskräfte nicht oder nur in unschädlichem Maße in den sehr dünnwandigen Ventilkegel 7 eingeleitet. Eine Verformung des Ventilkegel 7 kann daher mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

Der Schafthohlraum 5, der an seinem einen Ende mittels des Ventilendstücks und an seinem anderen Ende mittels des Kraftübertragungselements 19 dichtend verschlossen ist, kann mit einem Kühlmedium, beispielsweise Natrium, gefüllt sein. Zur Verbesserung der Wärmeabfuhr aus dem Ventilteller 9 ist bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ein in die Stirnfläche 21 des Kraftübertragungselement 19 eingebrachtes Sackloch 27 vorgesehen, das sich bis nahe an den scheibenförmigen Grundkörper des Ventiltellers 9 erstreckt. Das Sackloch 27 ist fluchtend zum Schafthohlraum 5 angeordnet und daher ebenfalls mit dem Kühlmedium gefüllt.

Bei einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass auch der zwischen dem Ventilteller 9, dem Ventilkegel 7 und dem Kraftübertragungselement 19 gebildete Hohlraum 29 zumindest teilweise mit dem Kühlmedium gefüllt ist. Der Hohlraum 29 bildet eine erste Kammer und der Schafthohlraum 5 gemeinsam mit dem Sackloch 27 eine zweite Kammer, die zum Zwecke eines Druckausgleichs bei Erwärmung des Kühlmediums über mindestens eine, den Hohlraum 29 mit dem Sackloch 27

verbindende Bypassöffnung im Kraftübertragungselement 19 miteinander verbunden sind. Es kann also ein Austausch des Kühlmediums zwischen Schafthohlraum 5 und dem Hohlraum 29 des Ventilkegels 7 erfolgen.

Figur 2 zeigt einen Ausschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels des Leichtbauventils 1. Gleiche Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, so dass insofern auf die Beschreibung zur Figur 1 verwiesen wird. Das Leichtbauventil 1 unterscheidet sich von dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel insbesondere dadurch, dass das am Ventilteller 9 ausgebildete Kraftübertragungselement 19 zu seinem freien Ende hin spitz zulaufend ausgebildet ist. Das freie Ende des Kraftübertragungselements 19 weist eine Konusform auf, wobei die Außenseite des Konus eine umlaufend ausgebildete Anlagefläche 31 bildet, die im zusammengefügten Zustand des Ventiltellers 9 und des Ventilschafts 3 an einer korrespondierend ausgebildeten, am Schafthohlraum 5 vorgesehenen Gegenfläche 33 flächig anliegt. Die Gegenfläche 33 ist durch eine entsprechend konisch ausgebildete Erweiterung des Schafthohlraums 5 zu seinem dem Ventilkegel 7 zugewandten Ende hin gebildet. Die Gegenfläche 33 kann beispielsweise bei einem aus Stahl bestehenden Ventilschaft 3 durch Aufweitung des Schafthohlraums 5 gebildet sein.

Auf Grund des angeschrägten, konisch ausgebildeten freien Endes des Kraftübertragungselements 19 ist das in Figur 2 dargestellte Ausführungsbeispiel des Leichtbauventils 1 insbesondere dazu geeignet, den Ventilteller 9 mit dem Ventilschaft 3 mittels Reibschiessen stoffschlüssig miteinander zu verbinden. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Anbindung des Kraftübertragungselements 19 an den Ventilschaft 3 so gewählt, dass nach dem Zusammenfügen des Ventiltellers 9 und des Ventilschafts 3, also nachdem das Kraftübertragungs-

element 19 in die dafür vorgesehene Position im Schafthohlräum 5 eingeführt ist, das durchmessergrößere Ende des Ventilkegels 7 zumindest annähernd kräftefrei in die auf der Oberseite des Ventiltellers 9 vorgesehene Vertiefung 13 eingreift beziehungsweise hineinragt. Denkbar ist es, dass beim Verbinden des Ventiltellers 9 mit dem Ventilschaft 3 mittels Reibschiessen dabei auch der Ventilkegel 7 und der Ventilteller 9 mittels Reibschiessen miteinander verbunden werden. Alternativ ist es möglich, dass in einem separaten Schweißvorgang die Anbindung des Ventilkegels 7 an den Ventilteller 9 im Bereich der Vertiefung 13 erfolgt.

Figur 3 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel des Leichtbauventils 1, das sich von dem anhand der Figur 2 beschriebenen Leichtbauventil 1 unter anderem dadurch unterscheidet, dass in der an der Innenwand des Schafthohlräums 5 vorgesehenen, zum Schaftende hin konisch erweiternden Gegenfläche 33 eine Ausnehmung 35 vorgesehen ist, die zur Ausbildung einer Formschlussverbindung zwischen Kraftübertragungselement 19 und Ventilschaft 5 dient. Die Ausnehmung 35 ist von einer umlaufenden Ringnut gebildet. Durch Auf- beziehungsweise Anschmelzen des Kraftübertragungselements 19 im Bereich der Vertiefung 35, was beispielsweise mittels Kondensatorenentladungsschweißen erfolgen kann, fließt das aufgeschmolzene Material des Kraftübertragungselements 19 in die Vertiefung 35. Zusätzlich oder alternativ kann das Kraftübertragungselement 19 mit dem Ventilschaft 3 verlötet werden.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 sind in der Vertiefung 13 mehrere, vorzugsweise drei Versteifungsrippen 37 vorgesehen, die in den Ventilteller 9 einformt sind, wobei in der Darstellung gemäß Figur 3 lediglich eine der Versteifungsrippen 37 erkennbar ist. In Draufsicht auf die dem Ventilschaft 3 zugewandte Flachseite des Ventiltellers 9 gese-

hen, verlaufen die Versteifungsrippen 37 radial zur Längsmittelachse des Leichtbauventils 1 und sind in einem Abstand von  $120^\circ$  voneinander angeordnet. Die Länge der vom Randbereich der Vertiefung 13 in Richtung Ventiltellermitte ausgehenden Versteifungsrippen 37 entspricht in etwa dem halben Radius des Ventiltellers 7. Wie aus Figur 3 ersichtlich, sind bei diesem Ausführungsbeispiel die Versteifungsrippen 37 als geradlinige Leisten ausgebildet, deren Höhe in Richtung der Ventiltellermitte hin zunimmt.

Die Versteifungsrippen 37 sind komplementär mit der Innenwand des Ventilkegels 7 ausgebildet, so dass dieser im zusammengesetzten Zustand des Leichtbauventils 1 mit seiner Innenwand auf der oberen Schmalseite 39 der Versteifungsrippen 37 flächig anliegt und somit von diesen abgestützt ist. Der Ventilkegel 7 und die Versteifungsrippen 37 können an ihrem Anlagekontaktbereich miteinander verschweißt oder verlötet sein.

Die Versteifungsrippen 37 verhindern also ein Verformen des dünnwandigen Ventilkegels 7 im Betrieb des Leichtbauventils 1 in Folge der auf die Außenseite des Ventilkegels 7 wirkenden Gaskräfte. Eine weitere Funktion der Versteifungsrippen besteht darin, beim Zusammenfügen von Ventilschaft 3 und Ventilteller 9 diese exakt gegeneinander auszurichten, sofern dies nicht bereits mittels des Kraftübertragungselements 19, das in den Schafthohlraum 5 eingreift, hinreichend genau erfolgt.

Alternativ zu den Versteifungsrippen kann auch ein umlaufend ausgebildeter Abstützabschnitt vorgesehen sein, der im Querschnitt identisch wie die vorstehend beschriebenen Versteifungsrippen ausgebildet sein kann.

Den anhand der Figuren 1 bis 3 beschriebenen Ausführungsbeispielen des Leichtbauventils 1 ist gemeinsam, dass die Verbindung zwischen Kraftübertragungselement 19 und dem Ventilschaft 3 so ausgebildet ist, dass die im Betrieb auf den Ventilteller 9 wirkenden Kräfte im Wesentlichen vollständig über das Kraftübertragungselement 19 in den Ventilschaft 3 eingeleitet werden und die Verbindung zwischen Ventilteller 9 und Ventilkegel 7 derart ausgebildet ist, dass wenn überhaupt nur sehr geringe Kräfte vom Ventilteller 9 in den Ventilkegel 7 eingeleitet werden.

Festzuhalten bleibt, dass der Ventilschaft 3 und der Ventilteller 9 aus dem gleichen Material oder aus unterschiedlichen Materialien hergestellt sein können. Die Verbindung zwischen Ventilteller 9 und Ventilschaft 3 kann insbesondere auch bei allen anhand der Figuren 1 bis 3 beschriebenen Ausführungsbeispielen des Leichtbauventils 1 mittels Reib-, Strahl-, Schmelz- oder Kondensatorenentladungsschweißen erfolgen. Das Verbinden von Ventilteller 9 und dem extrem dünnwandigen Ventilkegel 7 erfolgt vorzugsweise mittels Strahl-, Schmelz- oder Laserschweißen.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass das erfindungsgemäße Leichtbauventil 1 sich neben seinem nur geringen Gewicht insbesondere dadurch auszeichnet, dass es nur wenige einzelne Bauteile aufweist, die mit wenigen, einfachen Fügeoperationen miteinander verbunden werden, so dass es kostengünstig herstellbar ist.

Die Vorteile des erfindungsgemäßen Kraftübertragungselements sind lediglich beispielhaft anhand eines Leichtbauventils beschrieben worden, bei dem der Ventilkegel einstückig mit dem Ventilschaft ausgebildet ist. Selbstverständlich kann ein derartiges Kraftübertragungselement auch bei einem Leichtbau-

ventil eingesetzt werden, bei dem der Ventilkegel ein separates Bauteil ist, welches an seinem durchmessergrößeren Ende am Ventilteller und an seinem durchmesserkleineren Ende am Ventilschaft und/oder am in den Ventilschaft eingreifenden Kraftübertragungselement fixiert ist.

**Patentansprüche**

1. Leichtbauventil (1), insbesondere für Brennkraftmaschinen, umfassend einen Ventilschaft (3), einen hohlen Ventilkegel (7) sowie einen den Ventilkegel (7) verschließenden Ventilteller (9), wobei der Ventilschaft (3) an seinem dem Ventilteller (9) zugewandten Ende mit einem Hohlraum (5) versehen ist,  
gekennzeichnet durch  
mindestens ein am Ventilteller (9) vorgesehenes Kraftübertragungselement (19), das durch den hohlen Ventilkegel (7) in den Schafthohlraum (5) eingreift.
2. Leichtbauventil nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Kraftübertragungselement (19) die dem Ventilkegel (7) zugewandte Flachseite des Ventiltellers (9) domartig überragt.
3. Leichtbauventil nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Kraftübertragungselement (19) am Ventilteller (9) ausgebildet ist.

4. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
gekennzeichnet durch  
eine mittige Anordnung des Kraftübertragungselementes (19)  
am Ventilteller (9).
5. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Schafthohlraum (5) mit einem Axialanschlag (15),  
vorzugsweise einem umlaufend ausgebildeten Axialanschlag-  
bund versehen ist, gegen den das Kraftübertragungselement  
(19) stirnseitig angelegt ist.
6. Leichtbauventil nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Anschlagfläche (23) des Kraftübertragungselement  
(19) senkrecht oder in senkrechter Richtung zur Längsmitt-  
telachse des Ventilschafts (3) verläuft.
7. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Kraftübertragungselement (19) im Wesentlichen  
über seine gesamte Länge einen gleichbleibenden Quer-  
schnitt aufweist.
8. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das freie Ende des Kraftübertragungselements (19)  
angeschrägt, insbesondere spitz zulaufend ausgebildet  
ist.
9. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Kraftübertragungselement (19) mit einer sich in  
Richtung der Längsmittelachse des Kraftübertragungsele-

ments (19) erstreckenden, vorzugsweise umlaufend ausgebildeten Anlagefläche (31) versehen ist, die an einer korrespondierend ausgebildeten, am Schafthohlraum (5) und gegebenenfalls an einer Innenwand des hohlen Ventilkegels (7) ausgebildeten Gegenfläche (33) flächig anliegt.

10. Leichtbauventil nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Gegenfläche (33) mit mindestens einer, vorzugsweise umlaufend ausgebildeten Ausnehmung (35) zur Ausbildung einer Formschlussverbindung zwischen Kraftübertragungselement (19) und Ventilschaft (3) versehen ist.
11. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass in der Stirnfläche (21) des Kraftübertragungselement (19) ein Sackloch (27) vorgesehen ist.
12. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Ventilkegel (7) durch eine tulpenförmige Erweiterung des Ventilschaftendes gebildet ist.
13. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 1 bis 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Kraftübertragungselement (19) mittels einer Stoffschluss-, Kraftschluss- und/oder Formschlussverbindung mit dem Ventilschaft (3) verbunden ist.
14. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 1 bis 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Ventilkegel (7) mittels Stoffschlussverbindung mit dem Ventilteller (9) verbunden ist.

15. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 1 bis 14,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Verbindung zwischen Kraftübertragungselement  
(19) und Ventilschaft (3) so ausgebildet ist, dass die im  
Betrieb auf den Ventilteller (9) wirkenden Kräfte im We-  
sentlichen vollständig über das Kraftübertragungselement  
(19) in den Ventilschaft (3) eingeleitet werden.
16. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 1 bis 15,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Ventilteller (9) einen Abstützabschnitt (37)  
aufweist, an dem der Ventilkegel (7) an seinem durchmes-  
sergrößeren Endbereich abschnittsweise flächig anliegt.
17. Verfahren zur Herstellung eines Leichtbauvents (1) nach  
einem der Ansprüche 1 bis 16, mit folgenden Schritten:
  - Herstellung eines ersten, den Ventilteller (9) und das  
Kraftübertragungselement (19) bildenden, vorzugsweise  
einstückigen Bauteils durch Gießen, Umformen und/oder  
mittels eines Pulvermetallurgieverfahrens,
  - Herstellung eines zweiten, den Ventilschaft (3) und den  
Ventilkegel (7) bildenden, vorzugsweise einstückigen Bau-  
teils und
  - zusammenfügen des ersten und zweiten Bauteils und ver-  
binden derselben mittels Stoff-, Kraft- und/oder Form-  
schlussverbindung.
18. Verfahren nach Anspruch 17,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Ventilschaft (3) an seinem dem Ventilteller (9)  
abgewandten Endbereich nachfolgend gehärtet, vorzugsweise  
induktiv gehärtet wird.

19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Ventilkegel (7) und der Ventilteller (9) nach-  
folgend miteinander verschweißt werden, vorzugsweise mit-  
tels eines Strahl- oder Schmelzschweißverfahrens.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Außenoberfläche des Leichtbauventils (1) mittels  
galvanischer Behandlung mit einer Schutzschicht versehen  
wird.

1/2

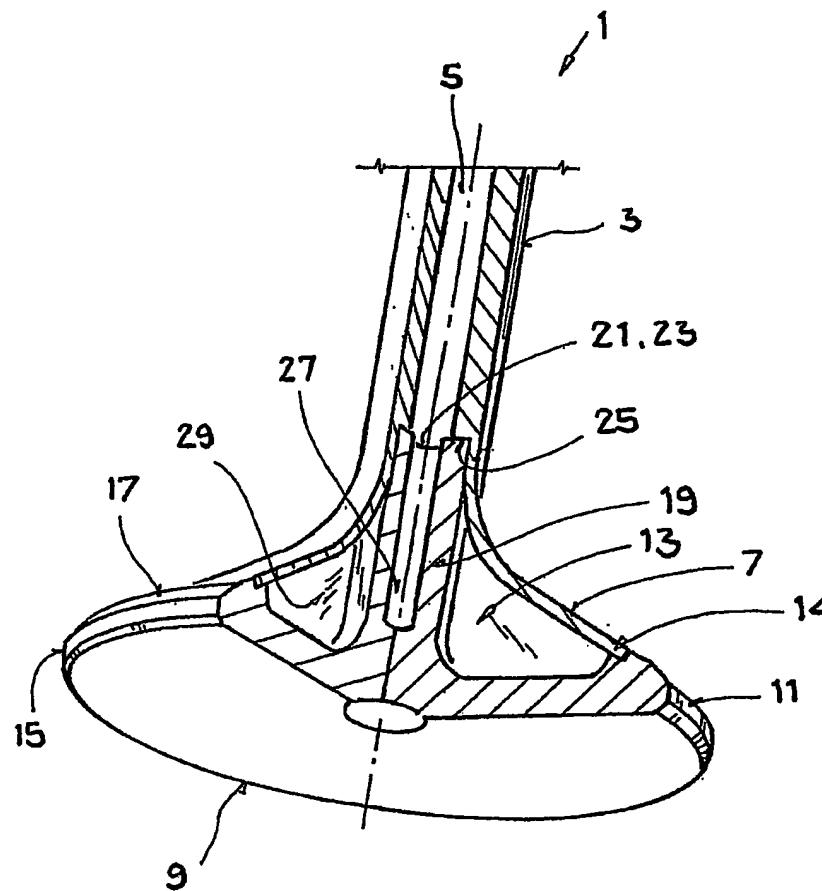


FIG.1

2/2

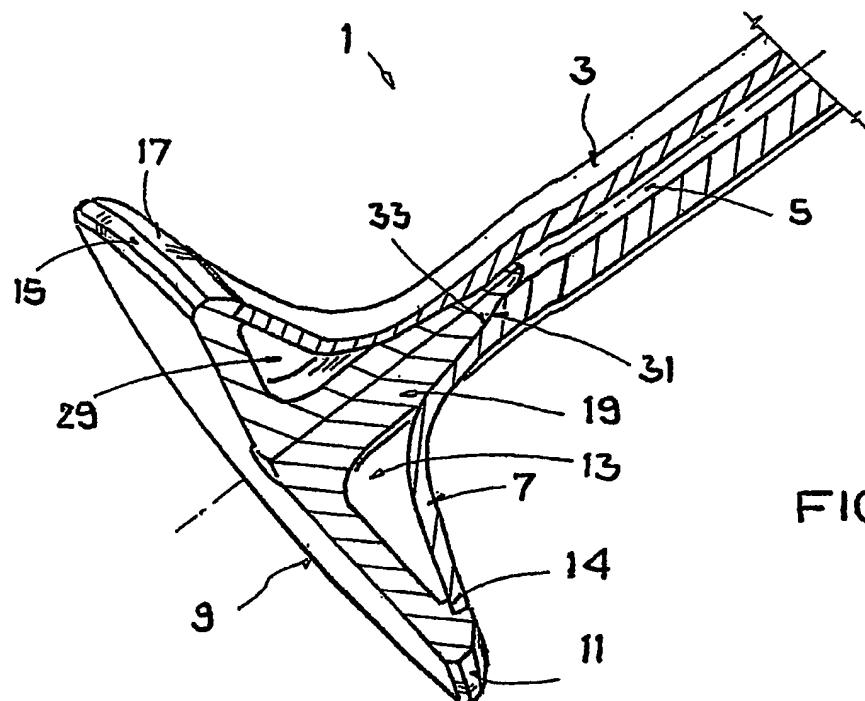


FIG. 2

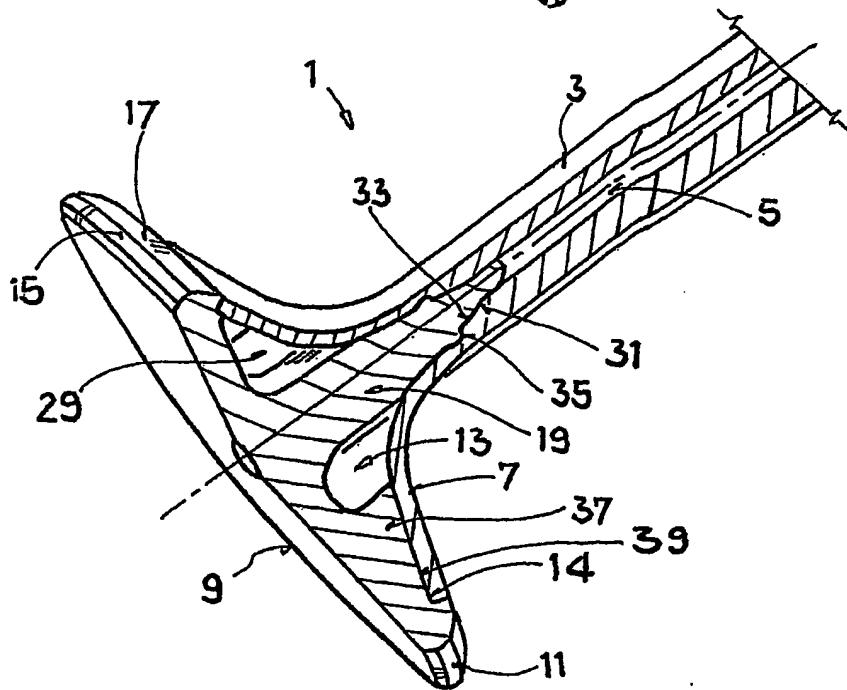


FIG. 3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/012581

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

IPC 7 F01L3/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 36 25 590 A1 (SCHWAIGER,ODILO) 4 February 1988 (1988-02-04)	1-6, 9-11,13, 15,16
A	column 1, lines 48-55 figure 6 column 1, lines 48-55 column 2, lines 56-63 figures 1,2,6,7 -----	7,17-20
X	US 2 371 548 A (SAFFADY THOMAS F) 13 March 1945 (1945-03-13)	1-6,13,
A	page 1, column 1, lines 32-34 page 1, column 2, lines 1-7 figure 1 -----	14,16-20 12,15
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the International search report

4 April 2005

12/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Paquay, J

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/012581

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 476 089 A (MOTORAKTIESELSKAPET; COURT GROSS) 1 December 1937 (1937-12-01) page 1, lines 29-38 page 1, lines 77-79 figure 1 -----	1
X	DE 102 57 505 A1 (MAHLE VENTILTRIEB GMBH) 17 July 2003 (2003-07-17)	1-4, 13-16
A	paragraph '0012! paragraph '0013! figure 1 -----	5-7
A	US 5 458 314 A (BONESTEEL ET AL) 17 October 1995 (1995-10-17) figure 8 column 1, lines 7-10 column 3, lines 27-36 -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/012581

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 3625590	A1	04-02-1988	NONE		
US 2371548	A	13-03-1945	NONE		
GB 476089	A	01-12-1937	NONE		
DE 10257505	A1	17-07-2003	WO DE DE EP US	03056142 A1 10256274 A1 10296191 D2 1327752 A1 2003121488 A1	10-07-2003 17-07-2003 18-12-2003 16-07-2003 03-07-2003
US 5458314	A	17-10-1995	US CN DE DE EP JP CN DE DE EP JP US	5413073 A 1132307 A ,C 69504273 D1 69504273 T2 0709552 A2 8210112 A 1094123 A ,C 69403843 D1 69403843 T2 0619419 A1 6299816 A 5619796 A	09-05-1995 02-10-1996 01-10-1998 06-05-1999 01-05-1996 20-08-1996 26-10-1994 24-07-1997 29-01-1998 12-10-1994 25-10-1994 15-04-1997

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/012581

## A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F01L3/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
IPK 7 F01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal , PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 36 25 590 A1 (SCHWAIGER,ODILO) 4. Februar 1988 (1988-02-04)	1-6, 9-11,13, 15,16 7,17-20
A	Spalte 1, Zeilen 48-55 Abbildung 6 Spalte 1, Zeilen 48-55 Spalte 2, Zeilen 56-63 Abbildungen 1,2,6,7 -----	
X	US 2 371 548 A (SAFFADY THOMAS F) 13. März 1945 (1945-03-13)	1-6,13, 14,16-20
A	Seite 1, Spalte 1, Zeilen 32-34 Seite 1, Spalte 2, Zeilen 1-7 Abbildung 1 -----	12,15 -/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

4. April 2005

12/04/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo n,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Paquay, J

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/012581

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
A	GB 476 089 A (MOTORAKTIESELSKAPET; COURT GROSS) 1. Dezember 1937 (1937-12-01) Seite 1, Zeilen 29-38 Seite 1, Zeilen 77-79 Abbildung 1 -----	1
X	DE 102 57 505 A1 (MAHLE VENTILTRIEB GMBH) 17. Juli 2003 (2003-07-17)	1-4, 13-16
A	Absatz '0012! Absatz '0013! Abbildung 1 -----	5-7
A	US 5 458 314 A (BONESTEEL ET AL) 17. Oktober 1995 (1995-10-17) Abbildung 8 Spalte 1, Zeilen 7-10 Spalte 3, Zeilen 27-36 -----	1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/012581

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 3625590	A1	04-02-1988	KEINE		
US 2371548	A	13-03-1945	KEINE		
GB 476089	A	01-12-1937	KEINE		
DE 10257505	A1	17-07-2003	WO DE DE EP US	03056142 A1 10256274 A1 10296191 D2 1327752 A1 2003121488 A1	10-07-2003 17-07-2003 18-12-2003 16-07-2003 03-07-2003
US 5458314	A	17-10-1995	US CN DE DE EP JP CN DE DE EP JP US	5413073 A 1132307 A ,C 69504273 D1 69504273 T2 0709552 A2 8210112 A 1094123 A ,C 69403843 D1 69403843 T2 0619419 A1 6299816 A 5619796 A	09-05-1995 02-10-1996 01-10-1998 06-05-1999 01-05-1996 20-08-1996 26-10-1994 24-07-1997 29-01-1998 12-10-1994 25-10-1994 15-04-1997